

CITED BY APPLICANT



(19)

JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2002221605 A**

(43) Date of publication of application: **09.08.02**

(51) Int. Cl.

**G02B 3/08**  
**G09F 9/00**

(21) Application number: **2001018003**

(22) Date of filing: 26.01.01

(71) Applicant: **SHARP CORP**

(72) Inventor: **MASUDA TAKASHI**  
**TSUNODA YUKIHIRO**

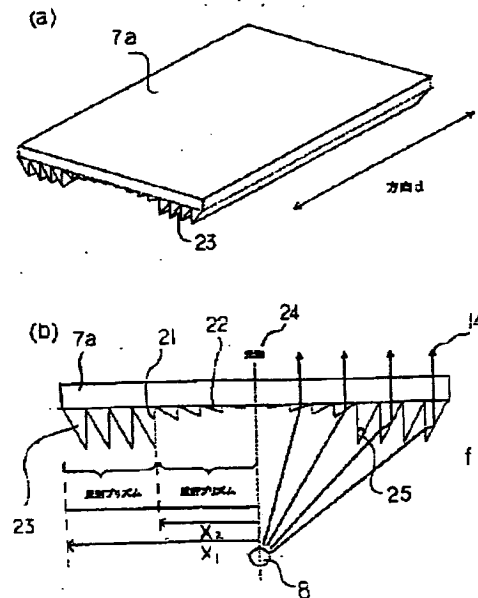
(54) FRESNEL LENS, ILLUMINATION DEVICE AND DISPLAY DEVICE WHICH USE THE SAME, METHOD FOR DESIGNING FRESNEL LENS AND DESIGNING DEVICE THEREFOR

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a Fresnel lens with an easy designing method in which uniform illumination light quantity can be obtained without depending on the position from the optical axis of the Fresnel lens, and to provide a display device with high display quality which uses the above Fresnel lens.

**SOLUTION:** In the Fresnel lens 7a, prisms 23 generating higher intensity of the exiting light selected from refractive prisms and reflective prisms are disposed according to the distance from the optical axis 24 of the Fresnel lens. The apex of the prism 23 is designed corresponding to the distance from the optical axis. The Fresnel lens 7a satisfying the desired display quality is disposed in the display device.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-221605

(P2002-221605A)

(43) 公開日 平成14年8月9日 (2002.8.9)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-ロ-ト* (参考)
G 0 2 B 3/08		G 0 2 B 3/08	5 G 4 3 5
G 0 9 F 9/00	3 2 4	G 0 9 F 9/00	3 2 4
	3 3 6		3 3 6 G

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2001-18003(P2001-18003)

(22) 出願日 平成13年1月26日 (2001.1.26)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 増田 岳志

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

シャープ株式会社内

(72) 発明者 角田 行広

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

シャープ株式会社内

(74) 代理人 100102277

弁理士 佐々木 晴康 (外2名)

Fターム(参考) 5G435 AA01 BB03 BB12 BB15 DD13

FF03 FF05 FF06 GG05 GG24

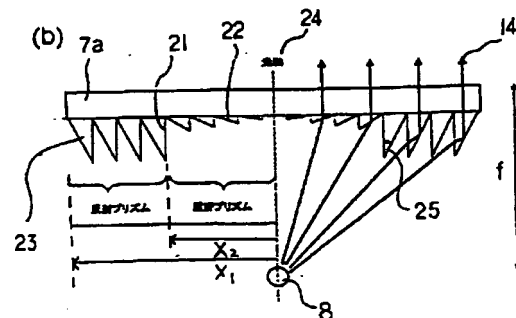
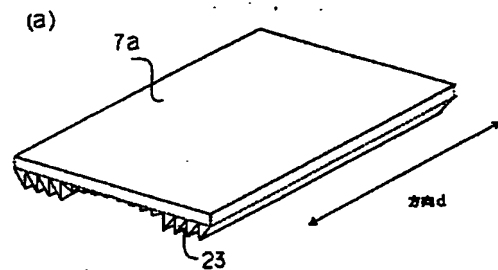
GG26 HH04

(54) 【発明の名称】 フレネルレンズ、及びそれを用いた照明装置と表示装置、並びにフレネルレンズの設計方法とその設計装置

## (57) 【要約】

【課題】 フレネルレンズの光軸からの位置によらず、均一な照明光量を得ることができ、さらに、設計方法も簡便なフレネルレンズを提供し、そのフレネルレンズを用いた表示品位のよい表示装置を提供すること。

【解決手段】 フレネルレンズ7aにおいて、フレネルレンズの光軸24からの距離に対応して、屈折プリズム及び反射プリズムの出射光強度のうち、大きい方の出射光強度を呈するプリズム23が配置し、そのプリズム23の頂角は、光軸からの距離に対応して設計されている。また、所望の表示品位を満たす前記フレネルレンズ7aを表示装置に配置する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数のプリズムを備えたフレネルレンズにおいて、前記複数のプリズムは前記フレネルレンズの光軸に対して傾斜する傾斜面を備え、前記フレネルレンズの焦点距離が $f$ 、任意の位置における光軸からの距離が $x$ である時、 $x < f$ を満たす少なくとも一部の領域には、前記傾斜面で屈折作用を有する屈折プリズムが形成され、 $x > f$ を満たす少なくとも一部の領域には、前記傾斜面で反射作用を有する反射プリズムが形成されたことを特徴とするフレネルレンズ。

【請求項2】 前記光軸からの距離を $x$ とする時の任意

$$n \cdot \cos(2\theta_1) = \sin(\tan^{-1}(f/x_1)) \quad \cdots (式1)$$

( $n$ : フレネルレンズの屈折率)

【請求項4】 前記フレネルレンズの一方の面のみに前記複数のプリズムが形成され、任意の位置における屈折プリズムの頂角 $\theta_2$ が(式2)を満たすことを特徴と

$$n \cdot \cos(\theta_2) = \cos(\theta_1 - \tan^{-1}(x_2/f)) \quad \cdots (式2)$$

( $n$ : フレネルレンズの屈折率)

【請求項5】 前記複数のプリズムは、さらに、前記フレネルレンズの光軸に対して略平行な面を備えていることを特徴とする請求項1、2、3、または4に記載のフレネルレンズ。

【請求項6】 順に、前記請求項1から5記載のフレネルレンズと、光源と、前記光源からの光を反射する反射体とを配置し、かつ、前記フレネルレンズのプリズムは光源と対向する面に配置されていることを特徴とした照明装置。

【請求項7】 少なくとも光変調層を含む受光型表示素子と、請求項6記載の照明装置からなる表示装置。

【請求項8】 前記光変調層が液晶層であり、かつ、前記液晶層から出射した光を拡散する光拡散層を液晶層の観察者側に備えている請求項7記載の表示装置。

【請求項9】 前記フレネルレンズがアクリル樹脂からなり、前記光軸からの距離が $x_2$ である位置には、前記屈折プリズムを形成が形成され、また、光軸からの距離が $x_1$ である位置には、前記反射プリズムを形成している時、前記光軸からの距離 $x_1$ 、 $x_2$ がそれぞれ、 $0 \leq x_2 \leq 0.5f$ 、 $0.5f \leq x_1 \leq 1.1f$ の範囲を満たすことを特徴とする請求項7、8いずれか記載の表示装置。

【請求項10】 前記フレネルレンズがポリカーボネート樹脂からなり、前記光軸からの距離が $x_2$ である位置には、前記屈折プリズムを形成され、また、光軸からの距離が $x_1$ である任意の位置では、前記反射プリズムを形成されている時、前記光軸からの距離 $x_1$ 、 $x_2$ がそれぞれ、 $0 \leq x_2 \leq 0.55f$ 、 $0.55f \leq x_1 \leq 1.1f$ の範囲を満たすことを特徴とする請求項7、8い

位置において、前記屈折プリズムの出射光強度と前記反射プリズムの出射光強度のうち、大きい方の出射光強度を呈するプリズムが配置されたことを特徴とする請求項1記載のフレネルレンズ。

【請求項3】 前記フレネルレンズの一方の面のみに前記複数のプリズムが形成され、任意の位置における反射プリズムの頂角 $\theta_1$ が(式1)を満たすことを特徴とする請求項1、2または、3に記載のいずれかのフレネルレンズ。

【数1】

する請求項1、2、または、3に記載のいずれかのフレネルレンズ。

【数2】

ずれか記載の表示装置。

【請求項11】 複数のプリズムを備えたフレネルレンズであって、前記複数のプリズムは前記フレネルレンズの光軸に対して傾斜する傾斜面を備えているフレネルレンズの設計方法において、前記フレネルレンズの屈折率 $n$ と、焦点距離 $f$ を設定する第1条件設定工程と、(式2)の関係式から屈折プリズムの頂角 $\theta_2$ を求める第2条件設定工程と、前記第2条件設定工程によって決定された前記屈折プリズムに基づき、出射光強度を求める第3条件設定工程と、(式1)の関係式から反射プリズムの頂角 $\theta_1$ を求める第4条件設定工程と、前記第4条件設定工程によって決定された前記反射プリズムを用いて、出射光強度を求める第5条件設定工程と、前記第3条件設定工程で算出された出射光強度と前記第5の条件設定工程で算出された出射光強度を比較する比較工程と、前記比較工程において大きい方の出射光強度を呈する前記プリズムを光軸からの距離が $x$ である位置に配置させる設定工程を含んでいることを特徴とするフレネルレンズの設計方法。

【請求項12】 複数のプリズムを備えたフレネルレンズであって、前記複数のプリズムは前記フレネルレンズの光軸に対して傾斜する傾斜面を備えているフレネルレンズの設計装置において、前記フレネルレンズの屈折率 $n$ と、焦点距離 $f$ を設定する条件入力手段と、(式2)の関係式から屈折プリズムの頂角 $\theta_2$ を、(式1)の関係式から反射プリズムの頂角 $\theta_1$ を求めるプリズム頂角計算手段と、前記プリズム頂角計算手段で算出された頂角を有する前記屈折プリズム及び反射プリズムに基づいて、出射光強

度を求めるシミュレーション手段と、前記シミュレーション手段によって算出された出射光強度が、所望の表示品位を満たすか否かを判断する評価手段を備えていることを特徴とするフレネルレンズの設計装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、フレネルレンズ、およびこれを利用した照明装置、表示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来のフレネルレンズを図14に示す。図14の(a)は、フレネルレンズ140の平面図であり、図14の(b)は、フレネルレンズ140の断面図を示している。従来のフレネルレンズ140は、屈折面141が連続した球面ではなく、階段状に傾斜した屈折面141が形成された平面レンズであり、レンズの曲率をプリズム143に変換して平面上に配列したプリズムアレイである。

【0003】フレネルレンズ140に形成されるプリズム143は、一般に、傾斜面を備えており、傾斜面で光を屈折して光の進行方向を曲げる作用を有している。フレネルレンズは、平面レンズであり、一般にアクリル樹脂、ポリカーボネート樹脂などの透明樹脂で成形するため、レンズを薄型化、軽量化するという利点があり、照明装置、表示装置及び受光装置に広く用いられている。

【0004】液晶表示装置の照明装置として用いられる一例について、図15を用いて説明する。図15において、液晶表示装置150は、光源151、フレネルレンズ152、球面鏡153からなるバックライト154、液晶表示素子155、液晶表示素子155の両端に1対の偏光板157、観察者側に光拡散層156が配置された構成となっている。また、バックライト154において、光源151はフレネルレンズ152の焦点近傍に配置され、光源151からの光158がフレネルレンズ152に形成されたプリズムによって屈折されて略平行な照明光159として出射する。球面鏡153は、フレネルレンズ152と対向して配置され、光源151からの光158をフレネルレンズ152に向かって反射させることで光の利用効率を向上させる。なお、本発明における図中の矢印は、光の進行方向を示している。液晶表示素子155はバックライト154からの略平行な照明光159を受け、画素ごとにその透過率が制御され、光拡散層156によって視角依存性が改善される。

【0005】他に光拡散層としてレンズアレイシートを使用した構成も報告されている。

【0006】一方、Total Internal Reflectionレンズ(以下TIRレンズと記載する)及びこれを用いた応用例に関する技術が特表平11-504124号公報に記載されている。TIRレンズは、レンズ全体の形状がドーム状であ

り、その表面上にプリズムが形成されている。このTIRレンズは、従来のフレネルレンズと異なって、レンズと光源の距離に制限を受けずに均一な光量でかつ平行度の高い照明光を出射することができる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来のフレネルレンズやTIRレンズには以下のような課題があった。

【0008】従来のフレネルレンズからなる照明装置を液晶表示装置に用いた場合、フレネルレンズの光軸からの位置によって、フレネルレンズを通過する光量に差が生じていた。これは、照明光量の不均一性が導かれ、液晶表示装置の表示品位に大きく影響した。この理由を図16、図17を用いて説明する。図16において、光源161は、フレネルレンズの焦点距離 $f$ 近傍に配置されている。この条件のもとで、フレネルレンズ162の任意の点を通過した出射光164の強度を測定した。その結果を図17に示す。図17の横軸は、光軸163からの距離を示し、縦軸は、出射光の強度であり、光軸163における出射光の強度を1とした時の強度を相対比で示している。図17は、光軸163からのそれぞれの位置での出射光164の強度を示していることから、光軸163からの距離が大きくなるに従って出射光164の強度は減少することが分かる。これは、フレネルレンズの焦点近傍に光源161を配置した場合、フレネルレンズの光軸近傍においては、入射光をほとんど屈折する必要がないため、光のフレネルレンズに対する入射角は小さく、透過率が高いが、光軸から遠い位置となるにしたがって、入射光のフレネルレンズに対する入射角は大きくなり、フレネルレンズの表面上で反射する光が増加して透過率が低下する。このように、従来のフレネルレンズでは、フレネルレンズの光軸163に対して略平行な出射光を出射することが出来るが、光軸163から周辺部に向かって、出射光の強度が減少するという問題点があった。

【0009】また、このように従来のフレネルレンズを、図15に示す液晶表示装置150のバックライト154に使用した場合、以下のような問題があった。

【0010】この方式では、液晶表示素子155に光を入射させる時、表示特性(輝度・コントラスト・色調など)の良い方向(通常は、正面方向)に入射光を集中させ、液晶表示素子155を通過した後、光拡散層156で、出射方向を広げることで、広い視野角領域にわたって、すぐれた表示特性を実現する技術が利用されている。言い換えれば、液晶表示素子155を照射する光に、表示特性の悪い視野角方向の光が多く含まれている場合や、液晶表示素子155を照射する光の正面方向の強度が、場所によって大きくばらつく場合は、優れた表示特性が実現できない。

【0011】したがって、従来のバックライト154で

は、正面方向における出射光の強度が非常に不均一であったため、優れた表示特性が実現できなかった。均一な照射強度は、光軸付近の限られた小さな面積に限定されるので、バックライトの配置数が多くなり、ひいては、液晶表示装置の大型化を招くことになる。

【0012】一方、特表平11-504124号公報に開示されているTIRレンズは、設計に必要なパラメータが多いために、レンズを設計することが困難であった。プリズムの形状の他に、プリズムが配列するドーム状の曲線、および、プリズムが形成されていない面の形状などを総合的に設計しなければならず、レンズ設計に非常に大きな手間と労力を必要とした。

【0013】さらに、TIRレンズは全体の形状がドーム状であり、その上にプリズムが形成されているため、プリズムを精度良く形成することも困難であった。

【0014】本発明は、上記の諸点に鑑みてなされたものであって、その目的は、特に、液晶表示装置の照明装置として好適に用いられるフレネルレンズ、及びそのようなフレネルレンズを備えた照明装置と表示装置を提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明のフレネルレンズでは、複数個のプリズムを備えたフレネルレンズであって、前記複数個のプリズムは前記フレネルレンズの光軸に対して傾斜する傾斜面を備え、前記フレネルレンズの焦点距離が $f$ 、任意の位置における光軸からの距離が $x$ である時、 $x < f$ を満たす少なくとも一部の領域には、前記傾斜面で屈折作用を有する屈折プリズムが形成され、 $x > f$ を満たす少なくとも一部の領域には、前記傾斜面で反射作用を有する反射プリズムが形成される。そのことによって上記目的を達成することができる。

【0016】また、前記フレネルレンズでは、光軸からの距離を $x$ とする任意の位置において、前記屈折プリズムの出射光強度と前記反射プリズムの出射光強度のうち、大きい方の出射光強度を呈するプリズムが配置される。そのことによって上記目的を達成することができる。

【0017】また、前記フレネルレンズの一方の面のみに前記複数個のプリズムが形成され、かつ、前記任意の位置における反射プリズムの頂角 $\theta_1$ が(式1)を満たす。そのことによって上記目的を達成することができる。

【0018】また、前記フレネルレンズの一方の面のみに前記複数個のプリズムが形成され、かつ、任意の位置における屈折プリズムの頂角 $\theta_2$ が(式2)を満たす。そのことによって上記目的を達成することができる。

【0019】また、前記複数個のプリズムは、さらに、前記フレネルレンズの光軸に対して略平行な面を備えている。そのことによって上記目的を達成することができる。

【0020】また、順に、前記フレネルレンズと、光源と、前記光源からの光を反射する反射体とを配置し、かつ、前記フレネルレンズのプリズムは光源と対向する面に配置される。そのことによって上記目的を達成することができる。

【0021】また、少なくとも光変調層を含む受光型表示素子と、前記照明装置から表示装置を構成する。そのことによって上記目的を達成することができる。

【0022】また、前記表示装置では、前記光変調層が液晶層であり、かつ、前記液晶層から出射した光を拡散する光拡散層を液晶層の観察者側に備えている。そのことによって上記目的を達成することができる。

【0023】また、前記フレネルレンズでは、アクリル樹脂からなり、前記光軸からの距離が $x_2$ である任意の位置には、前記屈折プリズムが形成され、また、光軸からの距離が $x_1$ である任意の位置では、前記反射プリズムを形成している時、前記光軸からの距離 $x_1$ 、 $x_2$ がそれぞれ、 $0 \leq x_2 \leq 0.5f$ 、 $0.5f \leq x_1 \leq 1.1f$ の範囲を満たす。そのことによって上記目的を達成することができる。

【0024】また、前記フレネルレンズでは、ポリカーボネート樹脂からなり、光軸からの距離が $x_2$ である任意の位置には、前記屈折プリズムが形成され、また、光軸からの距離が $x_1$ である任意の位置には、前記反射プリズムを形成している時、前記光軸からの距離 $x_1$ 、 $x_2$ がそれぞれ、 $0 \leq x_2 \leq 0.55f$ 、 $0.55f \leq x_1 \leq 1.1f$ の範囲を満たす。そのことによって上記目的を達成することができる。

【0025】また、複数個のプリズムを備えたフレネルレンズにおいて、前記複数個のプリズムは前記フレネルレンズの光軸に対して傾斜する傾斜面を備えているフレネルレンズの設計方法において、前記フレネルレンズの屈折率 $n$ と、焦点距離 $f$ を設定する第1条件設定工程と、(式2)の関係式から屈折プリズムの頂角 $\theta_2$ を求める第2条件設定工程と、前記第2条件設定工程によって決定された前記屈折プリズムに基づき、出射光強度を求める第3条件設定工程と、(式1)の関係式から反射プリズムの頂角 $\theta_1$ を求める第4条件設定工程と、前記第4条件設定工程によって決定された前記反射プリズムを用いて、出射光強度を求める第5条件設定工程と、前記第3条件設定工程で算出された出射光強度と前記第5の条件設定工程で算出された出射光強度を比較する比較工程と、前記比較工程において大きい方の出射光強度を呈する前記プリズムを光軸からの距離が $x$ である位置に配置させる設定工程を含んでいる。そのことによって上記目的を達成することができる。

【0026】また、複数個のプリズムを備えたフレネルレンズにおいて、前記複数個のプリズムは前記フレネルレンズの光軸に対して傾斜する傾斜面を備えているフレネルレンズの設計装置において、前記フレネルレンズの

屈折率  $n$  と、焦点距離  $f$  を設定する条件入力手段と、  
 (式2) の関係式から屈折プリズムの頂角  $\theta_2$  を、(式1) の関係式から反射プリズムの頂角  $\theta_1$  を求めるプリズム頂角計算手段と、前記プリズム頂角計算手段で算出された頂角を有する前記屈折プリズム及び反射プリズムに基づいて、出射光強度を求めるシミュレーション手段と、前記シミュレーション手段によって算出された出射光強度が、所望の表示品位を満たすか否かを判断する評価手段を備えている。そのことによって上記目的を達成することができる。

【0027】以下、本発明の作用を説明する。

【0028】本発明のフレネルレンズは、光軸に対して傾斜する傾斜面から構成されているプリズムを有しており、この傾斜面で光の進行方向を変化させて、プリズムが形成された面に対向する出射面から光を出射する。フレネルレンズの光軸から周辺部に向かって、焦点距離より小さな領域の少なくとも一部には、屈折作用を有する屈折プリズムを、また、焦点距離より大きな領域の少なくとも一部には、反射作用を有する反射プリズムが形成されている。このように屈折プリズムと反射プリズムのどちらかを光軸からの距離に応じて、最適に配置させることによって、焦点距離より大きな直径を有するフレネルレンズを形成し、しかもフレネルレンズ全面に渡って、均一に光を出射されることができる。さらに、前記プリズムは、傾斜面と平行面で構成されているので、光軸に対して略平行な光を出射する領域が増加するので、光を効率よく利用することができる。各々のプリズムの頂角は、フレネルレンズの光軸からの距離に対して設計されて、屈折プリズム或いは、反射プリズムが配置されているので光を均一に出射し、効率的に出射させることができる。

【0029】本発明の照明装置は、前述のフレネルレンズとから構成され、光源と対向光源と対向するフレネルレンズの面にプリズムが配置されているので、光源からの光は、前述のようなプリズムに入射し、前述の出射面より出射し、被照射物を均一に照射することができる。本発明の表示装置は、前述のような照明装置を備えているため、輝度特性が均一な表示を提供することができる。特に、拡散層と液晶表示素子とを併用することで、液晶表示素子の表示特性の優れた方向に、均一性の高い光を入射させることができ、さらに、拡散層でその領域を拡大させ、優れた表示特性を有する液晶表示装置を実現することができる。

【0030】さらに、フレネルレンズがアクリル樹脂である場合は、 $0 \leq x_2 \leq 0.5f$ 、 $0.5f \leq x_1 \leq 1.1f$  を、ポリカーボネイト樹脂である場合は、 $0 \leq x_2 \leq 0.55f$ 、 $0.55f \leq x_1 \leq 1.1f$  をそれぞれ満足することで、均一性に優れた表示特性を実現ことができる。

【0031】また、本発明のフレネルレンズの設計方法

やフレネルレンズの設計装置は、フレネルレンズを設計するにあたり、フレネルレンズの機能として最も支配的であるプリズムのみをパラメータとして設定し、それらを簡単な演算のみで構成しているため、比較的少ない手間で、フレネルレンズの設計をすることができる。

【0032】

【発明の実施の形態】以下、本発明のフレネルレンズ、それを用いた照明装置、表示装置、受光装置、ズームストロボの実施形態を図面を用いて説明する。以下の実施形態では、フレネルレンズとそれを用いた液晶表示装置の実施形態を説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。以下の実施形態の説明で用いられる図面では、同じ部材を示すものには同じ符号を付している。

(実施形態1) 実施形態1の透過型液晶表示装置1の断面図を図1に示す。

【0033】液晶表示装置1は、透過型液晶パネル6と観察者の反対側に照明装置(バックライト)10とを有している。

【0034】透過型液晶パネル6は、公知の方法によって製造された透過型液晶パネルであり、一般的には、観察者側から順に光拡散層2、偏光板3、透過型液晶セル4、及び偏光板5を有している。透過型液晶セル4は、1対の基板(図示せず)間に液晶層、液晶層に電圧を印加する電極(図示せず)を有している。ここでは、90度のねじれを有する液晶表示素子を用いた。バックライト10は、液晶パネル6から順にフレネルレンズ7a、線状光源8、反射体9から構成されており、液晶パネル6を照射するように観察者の反対側に配置されている。各々のフレネルレンズ7aの屈折プリズム及び反射プリズムは、線状光源8と平行な方向に直線状に形成されている。つまり、同じ大きさの頂角のプリズムが線状光源8と平行に直線状に配置されている。このフレネルレンズ7aの構成概略図を図2(a)に示す。図2(a)と図2(b)において、方向dは、線状光源8と平行な方向であり、フレネルレンズ7aのプリズム23は、この方向dと平行して形成されている。なお、プリズム23の頂角25は、光軸24からの距離によって、異なっている。そして、このフレネルレンズ7aと、一つの線状光源8と反射体9の一部から、バックライトユニット13が構成されている。さらに、このバックライトユニットが複数個配置されてバックライト10が構成されている。ここでフレネルレンズ7aの具体的なプリズムの構成について、以下に説明する。

【0035】図2(b)に示すように、フレネルレンズを構成するプリズムは、光軸に対して略平行な平行面21と、光軸に対して傾斜する傾斜面22を有している。傾斜面だけでプリズム23を構成してもよいが、光を効率よく利用する点では、平行面と傾斜面からプリズム23を構成した方が望ましい。この理由を図3(a)と図3(b)を用いて説明する。

【0036】図3は、フレネルレンズにおける屈折プリズムのプリズム33の拡大図であり、そのプリズム33を通過して光の進行方向が変化する状態を示した模式図である。図3(a)は、屈折プリズムが、平行面21と傾斜面22から形成されている場合を示し、また、図3(b)は、屈折プリズムが、傾斜面22と傾斜面22aで形成されている場合を示している。傾斜面22に入射した光は、屈折され、光軸に対して略平行な出射光31となる。この出射光31は、優れた表示特性を実現する出射光である。一方、平行面21又は、傾斜面22aに入射した光は、屈折され、光軸に対して斜め方向の出射光32となる。この出射光32は、被照射体（本実施例では、液晶表示素子である）へ入射する時に表面反射されやすい。或いは、表示特性のよくない方向に入射する。さらに、図3(a)と図3(b)における斜線部L1は、傾斜面22の面積を示している。また、斜線部L2は、平行面21または、傾斜面22aの面積を示している。それぞれの面に入射する光の量は、対応する面の面積が大きくなる程、多くなる。すなわち、斜線部L1の面積をできるだけ大きくした方が、光軸に略平行な出射光31を多く出射する。そこで、図3(a)と図3(b)を比較すると、図3(a)の方が、斜線部L2に対する斜線部L1の比率が大きく、光の利用効率が向上する。したがって、屈折プリズムは、平行面と傾斜面から形成されている方が望ましい。

【0037】図4は、フレネルレンズにおける反射プリズムのプリズム43の拡大図であり、そのプリズム43を通過して光の進行方向が変化する状態を示した模式図である。図4(a)は、反射プリズムが、平行面21と傾斜面22から形成されている場合を示し、また、図4(b)は、反射プリズムが、傾斜面22と傾斜面22bで形成されている場合を示している。

【0038】平行面21または、傾斜面22bに入射した光が屈折され、さらに傾斜面22で反射される場合は、光軸に対して略平行な出射光41となる。この出射光41は、優れた表示特性を実現する出射光である。一方、平行面21又は、傾斜面22bに入射した光が屈折作用のみを受ける場合は、光軸に対して斜め方向の出射光42となる。この出射光42は、被照射体（本実施例では、液晶表示素子である）へ入射する時に表面反射されやすい方向や表示特性のよくない方向に入射する。さらに、図4(a)と図4(b)における斜線部L3は、傾斜面22の面積を示している。また、斜線部L4は、平行面21または、傾斜面22bの面積を示している。それぞれの面に入射する光の量は、対応する面の面積が大きくなる程、多くなる。すなわち、斜線部L3の面積をできるだけ大きくした方が、光軸に略平行な出射光41を多く出射する。そこで、図4(a)と図4(b)を比較すると、図4(a)の方が、斜線部L4に対する斜線部L3の比率が大きく、光の利用効率が向上する。し

たがって、屈折プリズムは、平行面と傾斜面から形成されている方が望ましい。

【0039】以上のことから、屈折プリズム、反射プリズム共に、光軸に対して平行面と傾斜面から形成されている方が、優れた表示特性が得られることが出来る。なお、平行面は、光軸に対して2°程度、傾斜していてもよい。

【0040】次に、図2(b)において、線状光源8をフレネルレンズの焦点距離f近傍に配置し、任意の位置で出射光14の強度を測定した。その結果を図5、図6に示す。なお、図5、図6の横軸は、測定点の光軸24からの距離を表し、縦軸は、光軸24における出射光の強度を1とし、任意の位置における出射光14の強度を相対比で表している。図5は、フレネルレンズの材質がアクリル樹脂（屈折率1.49）の場合であり、図6はポリカーボネート樹脂（屈折率1.59）の場合を示している。なお、反射プリズム及び屈折プリズムそれぞれのプリズムの頂角 $\theta 1$ 、 $\theta 2$ は、前述した式（式1）及び、（式2）によって設計され、その結果を表1に示した。表1(a)は、フレネルレンズがアクリル樹脂の場合であり、表1(b)は、ポリカーボネート樹脂の場合である。

【0041】

【表1】

(a)

光軸からの距離	屈折プリズムの頂角(°)	反射プリズムの頂角(°)
0	90	—
0.2f	69	24
0.4f	56	26
0.6f	51	27
0.8f	49	29
1.0f	—	31
1.2f	—	32
1.4f	—	34

(b)

光軸からの距離	屈折プリズムの頂角(°)	反射プリズムの頂角(°)
0	90	—
0.2f	72	26
0.4f	61	27
0.6f	55	29
0.8f	52	30
1.0f	—	32
1.2f	—	33
1.4f	—	34

【0042】図5、図6において、屈折プリズムで屈折された出射光は、光軸近傍ではその強度が大きいが、概ね、光軸から遠ざかるにしたがって出射光の強度が低下

する。これに対して反射プリズムで屈折及び反射された出射光は、光軸近傍ではその強度は小さいが、概ね、光軸から遠ざかると出射光の強度が増加する傾向がある。従って、光軸からフレネルレンズ周辺部に向かって、焦点距離より小さな領域の少なくとも一部には、屈折作用を有する屈折プリズムを、また、焦点距離より大きな領域の少なくとも一部には、反射作用を有する反射プリズムを形成することで、出射光強度の著しい低下を抑制し、ほぼ均一な出射光強度を得ることが出来る。

【0043】特に、液晶表示装置としての表示機能を十分発揮するためには、出射光の強度が0.5 (au) 以上必要となる。そこで、出射光強度が0.5 (au) 以上なるように屈折プリズムと反射プリズムの配置領域を決定する。まず、図5に示したアクリル樹脂製のフレネルレンズにおいて説明する。屈折プリズムによる出射光強度と反射プリズムによる出射光強度とが同じくらいになるのは、0.5 f 付近であり、そこを境界に、屈折プリズムによる出射光強度と反射プリズムによる出射光強度は、その強度が逆転している。したがって、図5で示したアクリル樹脂製フレネルレンズでは、光軸からの距離が、0以上0.5 f以下の領域に屈折プリズムを配置し、その時、それぞれの光軸からの位置に対応して、屈折プリズムの頂角を、90°以上64°以下の範囲で形成する。また、0.5 f以上1.1 f以下の領域に反射プリズムを配置し、その時、それぞれの光軸からの位置に対応して、反射プリズムの頂角を、27°以上32°以下の範囲で形成する。こうすることによって、アクリル樹脂製のフレネルレンズは、光軸からの距離が1.1 f、すなわちレンズ幅が2.2 fの大きさのレンズを構成することができるので、従来に比べ、焦点距離が同じでより広い範囲で均一な出射光を得ることができる。さらに、照明装置として、光源と本実施例のフレネルレンズを組み合わせた照明装置は、同じ照射面積で比較した場合、出射光強度が均一で、かつ、焦点距離を短くすることができ、照明装置の薄型化が可能となる。

【0044】次に、図6に示したポリカーボネート樹脂のフレネルレンズにおいて、説明する。屈折プリズムによる出射光強度と反射プリズムによる出射光強度とが同じくらいになるのは、0.55 f 付近であり、そこを境界に、屈折プリズムによる出射光強度と反射プリズムによる出射光強度は、その強度が逆転している。したがって、図6で示したポリカーボネート樹脂では、光軸からの距離が0以上0.55 f以下の領域に屈折プリズムを配置し、その時、それぞれの光軸からの位置に対応して、屈折プリズムの頂角を90°以上56°以下の範囲で形成する。また、0.55 f以上1.1 f以下の領域に反射プリズムを配置し、その時、それぞれの光軸からの位置に対応して、反射プリズムの頂角を28°以上33°以下の範囲で形成することで、液晶表示装置として機能し得る出射光強度を得ることができる。なお、フレネルレン

ズがアクリル樹脂の場合と同様の効果を得る。上述のアクリル樹脂のフレネルレンズを用いた対角が20 (inch) である液晶表示装置の具体的な説明を図1を用いて以下に行う。光源8には、冷陰極管を用い、フレネルレンズ7aには、焦点距離が17.3 (mm) のアクリル樹脂のフレネルレンズを用いた。フレネルレンズ7aは、図5より、光軸からの距離が0以上0.5 f以下の領域、つまり、光軸から8.65 (mm) までの領域に、屈折プリズムが形成されている。また、図6より光軸からの距離が0.5 f以上1.1 fまでの領域、つまり、光軸からの距離が、8.65 (mm) 以上19 (mm) の領域に反射プリズムが形成される。したがって、レンズ幅が2.2 fに相当する38 (mm) の範囲で所望の出射光強度0.5 (au) 以上を実現させることができる。20 (inch) の液晶表示装置の場合、バックライトユニット13を8個、配置させることが必要となる。一方、従来のフレネルレンズでは、同じ焦点距離の場合、図17より、所望の出射光強度0.5 (au) 以上得るためには、光軸からの距離が0.55 fの領域しか用いることができないフレネルレンズとなる。つまり、光軸からの距離が9.51 (mm) の領域にプリズムを形成し、レンズ幅は、19 (mm) となる。したがって、本実施形態のフレネルレンズのレンズ幅が38 (mm) に対して、従来のフレネルレンズのレンズ幅は、19 (mm) となり、焦点距離が同じ場合、2倍の広い範囲で均一な出射光を得ることができる。言い換えると、同じ面積を照射する場合、本実施形態のフレネルレンズと光源の距離は、従来のフレネルレンズと光源の距離と比較すると、1/2以下とすることができるので、照明装置として、光源とフレネルレンズを組み合わせた場合、照明装置の薄型化が可能となる。

【0045】さらに図1に示す液晶表示装置の視角特性を図7に示す。図7において、横軸は、正面方向の角度を0とした場合の観察方向(視角)の角度、縦軸は、コントラストを示す。図7によると、コントラストの変化の仕方が正方向と負方向とで対称的であり、コントラスト100以上の視角範囲は、従来が-35°～+35°に対して、本実施例では-42°～+42°というようにコントラスト良好な範囲が拡大していることがわかる。つまり、本実施形態の液晶表示装置は、広い範囲で良好なコントラストの表示品位を得ることができる。

【0046】また、本発明の実施形態で説明した照明装置は、光源として線状光源を用いたが、LEDなどの点光源を用いてもよい。その場合は、フレネルレンズは、点状光源に対して光軸を中心に同心円状に配置された構造となる。

【0047】また、本発明の実施形態では、光拡散層としてレンチキュラーレンズフィルムを用いたが、所望の光学特性に合わせた光学フィルムや、内部に散乱粒子が混入した散乱フィルムなどを配置してもよい。



【0048】また、本発明の実施形態では、光変調層として液晶について説明したが、光変調するものであればよい。

【0049】また、本発明の実施形態のフレネルレンズでは、前述したアクリル樹脂或いは、ポリカーボネートに限らず、他の透明樹脂でもよく、フレネルレンズの製造方法としては、圧縮成形、射出成形、熱プレス成形などによる成形の他、透明平板上に別に硬化樹脂によるプリズムを成形する方法、透明平板上にプリズムが形成されたプリズムシートを貼り合わせる方法などが挙げられ、この場合は、プリズムが形成されている材質によって屈折率 $n$ は決定される。以上のように作製されたフレネルレンズは、安価に大量に製造することができる。

【0050】また、反射体9については、本実施の形態では平面であるが、図8(a)のように平面の反射体が光源を覆うように配置した構造の反射体9aや、図8(b)のように曲面の反射体が光源を覆うように配置した構造の反射体9bとしてもよい。

【0051】また、本発明の照明装置は、単独の照明装置として用いることができ、被照射物は、表示装置に限定されるものではなく、印刷された表示媒体を均一に照明する照明装置として利用してもよい。

【0052】次に図9、図10を用いながら、本発明の実施形態で使用したフレネルレンズの設計方法及び設計装置について説明する。図9の設計装置90は、フレネルレンズの屈折率と焦点距離を入力する条件入力部91と、前述した(式1)と、(式2)に基づいて、光軸からの距離に対応するプリズムの頂角を算出するプリズム頂角設計部92と、プリズムの出射光の強度をシミュレーションするシミュレーション処理部93と、シミュレーションによって導出されたフレネルレンズの特性を評価する評価部94と、評価基準を満たした設計条件をパラメータ記憶部95とから構成されている。また評価基準を満たさない場合は、屈折率や焦点距離などの設計条件を変更、入力してシミュレーションをやり直す。上記部材91から95は、例えば、CPUなどの演算部がROMやRAMなどの記憶部に格納されたプログラムを実行することで実現される。

【0053】次に、上記設計装置90では、条件入力部91において、図10に示すステップ1(以下、S1のように略称する)が実行される。S1では、使用者の指示等に基づいて、設計に必要な条件を条件入力部91に入力する。ここでは、設計に必要な条件として、プリズムの屈折率及び焦点距離の入力を行う。上記S1にて、条件が入力されると、プリズム頂角計算部92において、S2及びS3が実行されて、光軸からの距離に対応する屈折プリズムの頂角 $\theta_2$ と光軸からの距離に対応する反射プリズムの頂角 $\theta_1$ の頂角が計算され、各々の屈折プリズム及び反射プリズムが設計される。その後、シミュレーション処理部93において、S4及びS5が実

行されて、屈折プリズム及び反射プリズムの出射光の強度をシミュレーションによって求める。その後、評価部94において、S4及びS5が実行され、シミュレーションされた屈折プリズム及び反射プリズムの出射光の強度が所望の表示品位を満たすかどうか評価する。その後、S6が実行され、所望の表示品位を満たす場合は、表示品位を満たす範囲に屈折プリズムと反射プリズムを配置し、S1からS6までのデータをパラメータ記憶部95に記憶させる。上記設計装置90のパラメータ記憶部95から自由にデータを取り出せる構成となっている。一方、評価部94で所望の表示品位を満たさない場合は、再度、S1に戻り条件設定を行い、S1からS6までを繰り返す。

【0054】なお、上記設計装置90では、光軸における出射光の強度を1とした時、光軸から周辺部に向かう各々の距離に対応する出射光の強度が0.5(a.u)以上であるように屈折プリズムと反射プリズムの配置範囲を決めており、上記設計装置90では、所望の表示品位を得るフレネルレンズの形状を煩雑な作業を必要としないで簡単に設計することができる。

【0055】(実施形態2) 実施形態2では、フレネルレンズを利用した受光装置を図11を用いて説明する。なお、実施形態2の説明で用いる図面では、同じ部材を示すものには同じ符号を付している。

【0056】図11において、受光装置110には受光素子116、同心円状にプリズムが形成されたフレネルレンズ7b、赤外カットフィルター114、光拡散板113がケース115に収められている。このフレネルレンズ7bは、受光素子116と対向する面にプリズム23が形成されているように配置されている。なお、本実施形態では、同じ大きさの頂角のプリズムが、光軸を中心に同心円状に配置されたフレネルレンズである点が実施形態1と異なり、プリズムの詳細は、実施形態1と同じである。本発明の受光装置における受光素子116は、フレネルレンズ7bの焦点近傍に配置されており、外部から入射して、光拡散板113と赤外線カットフィルター114を通過した光は、フレネルレンズ7bに形成されたプリズムによって進行方向が曲げられ、受光素子116に集光される。

【0057】本実施形態の受光装置は、従来の受光装置に比べ、焦点距離が同じでより広い範囲の光を受光することができるので、受光できる光量を多くすることができる。言い換えると、受光素子とフレネルレンズの距離に制限を受けることなく、従来の受光装置が集光可能な範囲を同じにした場合、装置の薄型化を図ることができる。

【0058】(実施形態3) 実施形態3におけるズームストロボの立体図を図12に示す。また、このズームストロボの原理を図13を用いて説明する。図13の(a)、(b)、(c)は、光源からフレネルレンズの

距離とフレネルレンズまでの焦点距離の関係による出射光の状態の変化を示しており、図13(a)は、光源134が、フレネルレンズの焦点距離 $f$ より小さい位置に配置された場合であり、出射光131の方向は、光軸と平行な方向やそれとは異なった方向となり、広い範囲を照明する。また、図13(b)は、光源134が焦点距離 $f$ 近傍に配置された場合であり、出射光132の方向は、光軸に対して平行となり、フレネルレンズの直径と同じ範囲を均一に照明することが出来る。また、図13(c)は、光源134がフレネルレンズの焦点距離 $f$ より大きい位置に配置された場合であり、出射光133の方向は、光軸と平行な方向やそれとは異なった方向となり、広い範囲を照明することが出来る。

【0059】このように光源とフレネルレンズとの距離を変化させることで所望の照明条件を得ることを実現したのが、図12に示しているズームストロボ120である。図12において、ズームストロボ120は光源121と、光源121に対向する面にプリズムが形成されているフレネルレンズ7と、光源121を挟んでフレネルレンズ7の対向側に反射傘123が配置された構成となっている。この反射傘123は、光源121からの光をフレネルレンズ7に向かって反射することで光の利用効率を向上させる。さらに、光源121からのフレネルレンズ7の距離を光軸方向に変化させる可動装置124が備えられている。この可動装置124は、光源121とフレネルレンズ7の距離を光軸方向で変化するが、これによって、フレネルレンズ7から出射する出射光の平行度が変化するため、上述したとおり、照明範囲を制御できる。また、フレネルレンズの直径より大きな範囲を均一に照明することができ、ズームストロボの薄型化と光の利用効率の向上を図ることができる。

【0060】本実施形態のズームストロボは、照明範囲を制御するばかりではなく、焦点距離 $f$ 近傍に光源を配置することで、フレネルレンズの直径と同じ範囲を均一に照明するので、従来のズームストロボより広い範囲を均一に照明することができる。言い換えれば、従来の焦点距離が同じフレネルレンズを用いたズームストロボと同じ範囲を照射する場合、光源からフレネルレンズの距離を短くすることができるので、従来より薄型のズームストロボが可能となる。

【0061】

【発明の効果】本発明によると、光軸に対して略平行な平行面と傾斜した傾斜面を有し、傾斜面に入射した光を屈折する屈折プリズムと、傾斜面に入射した光を反射する反射プリズムとが混在させることによって、従来の屈折プリズムによるフレネルレンズの光学性能に反射プリズムの作用による光学性能が付加され、薄型化することができる。本発明のフレネルレンズを用いた表示装置では、従来よりも光の利用効率が高いため、高い表示品位を得ることができるとともに、薄型化が可能である。ま

た、設計方法が簡便なフレネルレンズを提供できる。

【0062】同様に、本発明のフレネルレンズを用いた応用として、薄型化が可能となった照明装置、ズームストロボ、受光装置が提供される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による実施形態1の透過型液晶表示装置1の断面図である。

【図2】(a)は、本発明による実施形態1のフレネルレンズの斜図であり、(b)は断面図において、光軸から周辺部に向かう位置による出射光を説明する図である。

【図3】(a)は、屈折プリズムが傾斜面と平行面から形成されている場合であり、(b)は、屈折プリズムが傾斜面だけで形成されている場合である。

【図4】(a)は、反射プリズムが傾斜面と平行面から形成されている場合であり、(b)は、反射プリズムが傾斜面だけで形成されている場合である。

【図5】フレネルレンズのプリズムの材質がアクリル樹脂(屈折率1.49)の場合の屈折プリズム及び反射プリズムにおける光軸からの距離に対する出射光強度を示すグラフである。

【図6】フレネルレンズのプリズムの材質がポリカーボネート樹脂屈折率(1.59)の場合の屈折プリズム及び反射プリズムにおける光軸からの距離に対する出射光強度を示すグラフである。

【図7】本発明による実施形態1の透過型液晶表示装置1と従来の透過型液晶表示装置の視角によるコントラスト変化を示す図である。

【図8】(a)、(b)は、本発明による実施形態1の反射体の応用例である。

【図9】本発明による実施形態1の設計装置90の設計フロー図である。

【図10】本発明による実施形態1のシミュレーションフロー図である。

【図11】本発明による実施形態2の受光装置の断面図である。

【図12】本発明による実施形態3のズームストロボの概略図である。

【図13】本発明による実施形態3のズームストロボにおける光源からフレネルレンズの距離と焦点距離の関係についての説明図である。

【図14】(a)は、従来のフレネルレンズの平面図、(b)は、従来のフレネルレンズの断面図である。

【図15】従来の透過型液晶表示装置の断面図である。

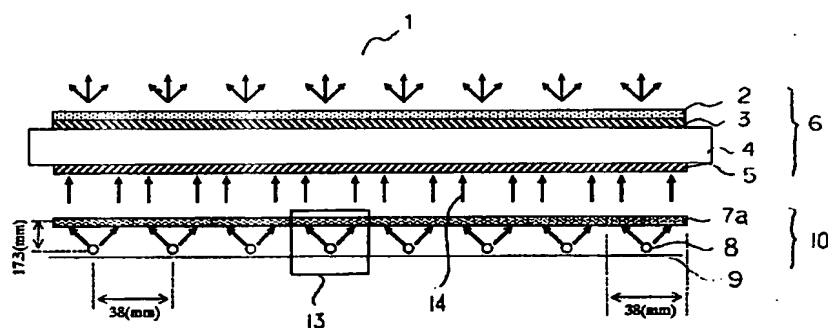
【図16】従来のフレネルレンズの断面図において、光軸から周辺部に向かう距離による出射光を説明する模式図である。

【図17】従来のフレネルレンズにおける光軸から周辺部に向かう距離による出射光の強度を示したグラフである。

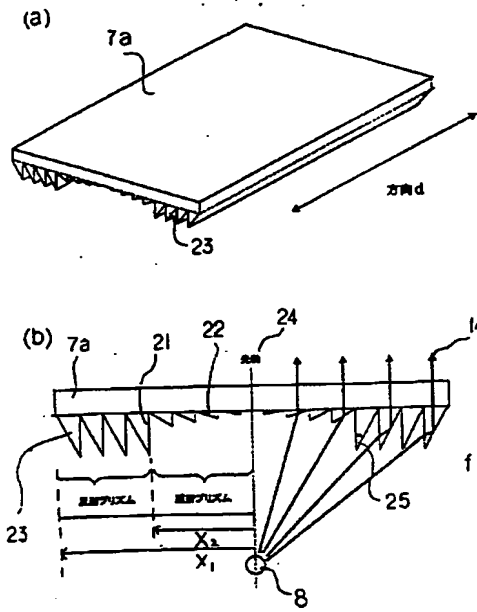
## 【符号の説明】

- |                |                  |
|----------------|------------------|
| 1 透過型液晶表示装置    | 114 赤外線カットフィルター  |
| 2 光拡散層         | 115 ケース          |
| 3 偏光板          | 116 受光素子         |
| 4 透過型液晶セル      | 120 ズームストロボ      |
| 5 偏光板          | 121 光源           |
| 6 透過型液晶パネル     | 123 反射傘          |
| 7 フレネルレンズ      | 124 可動装置         |
| 8 線状光源         | 131、132、133 出射光  |
| 9 反射体          | 134 光源           |
| 10 バックライト      | 140 従来のフレネルレンズ   |
| 13 バックライトユニット  | 141 屈折面          |
| 14 出射光         | 142 同心円          |
| 21 プリズムの平行面    | 143 プリズム         |
| 22 プリズムの傾斜面    | 150 従来の透過型液晶表示装置 |
| 23 プリズム        | 151 光源           |
| 31 出射光         | 152 従来のフレネルレンズ   |
| 32 出射光         | 153 反射体          |
| 33 屈折プリズム      | 154 バックライト       |
| 80、81 反射体      | 155 液晶表示素子       |
| 91 設計装置の条件入力部  | 156 光拡散層         |
| 92 プリズム頂角計算部   | 157 偏光板          |
| 93 シミュレーション処理部 | 158 光源からの光       |
| 94 評価部         | 159 照明光          |
| 95 パラメータ記憶部    | 161 光源           |
| 110 受光装置       | 162 フレネルレンズ      |
| 113 光拡散板       | 163 光軸           |
|                | 164 出射光          |

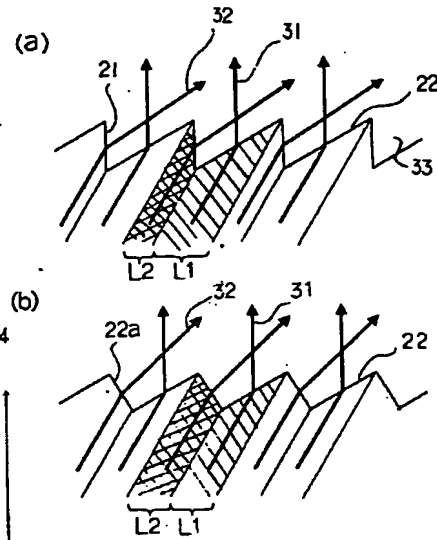
【図1】



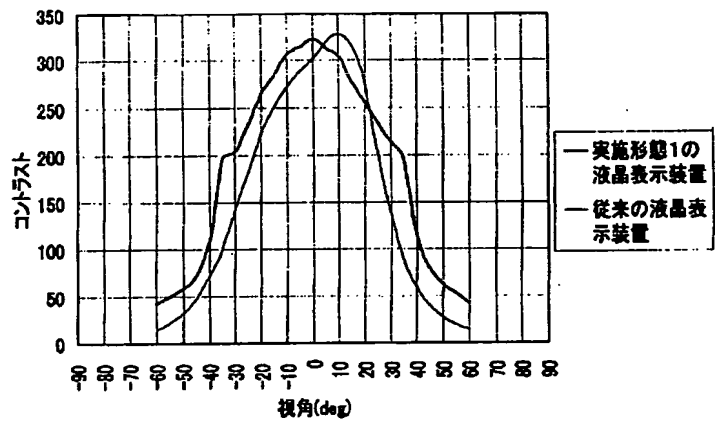
【図2】



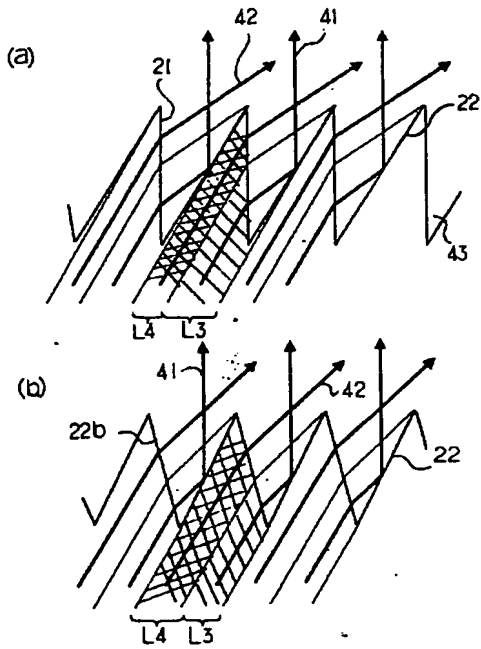
【図3】



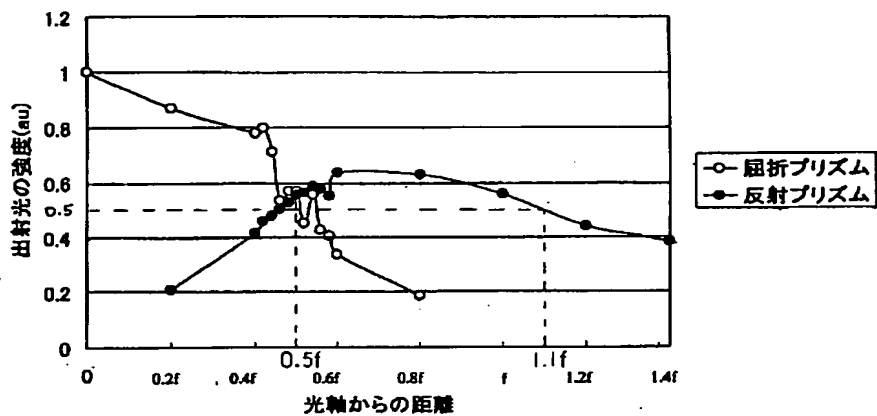
【図7】



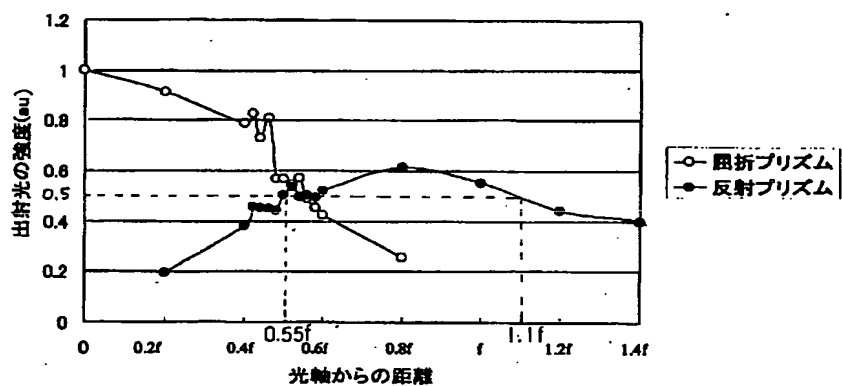
【図4】



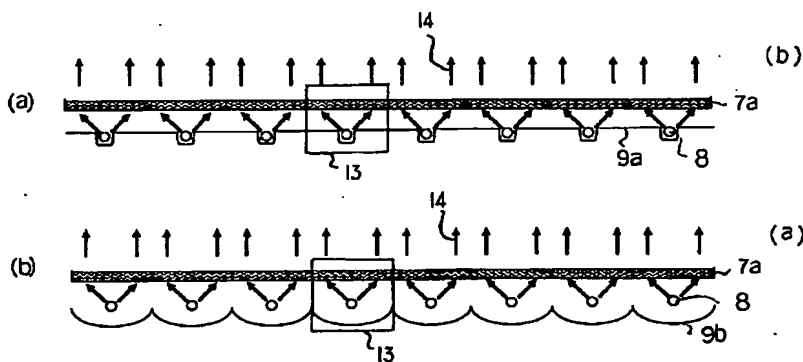
【図5】



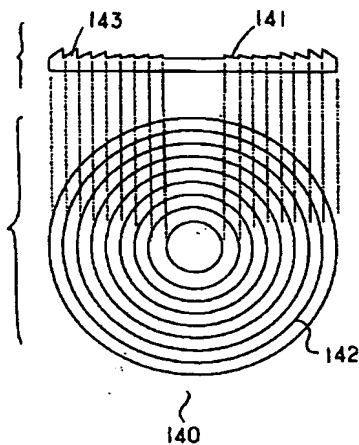
【図6】



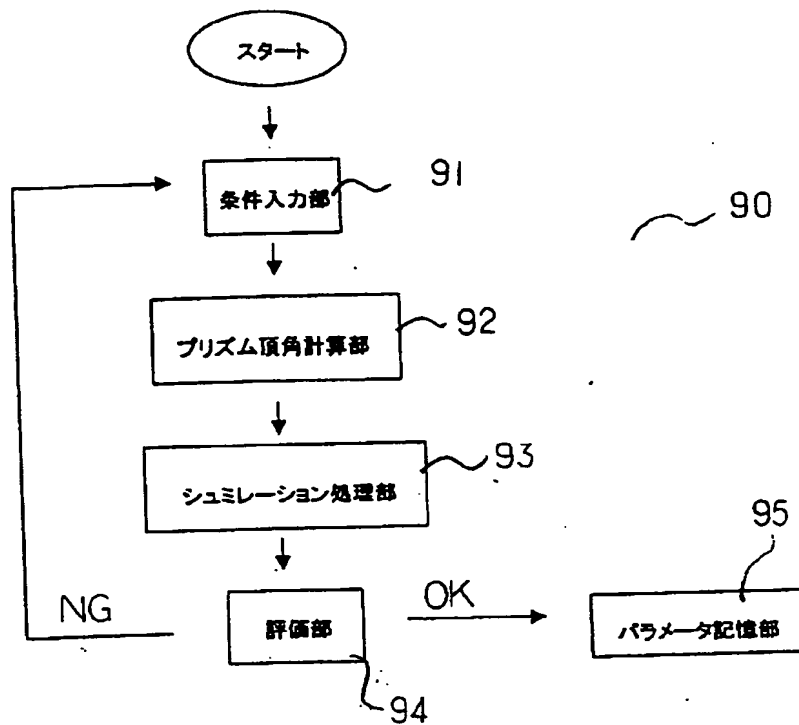
【図8】



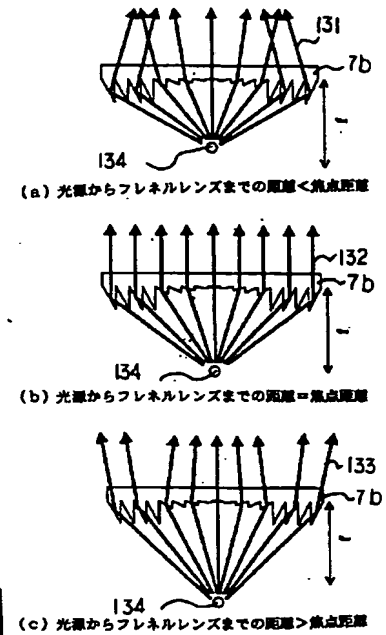
【図14】



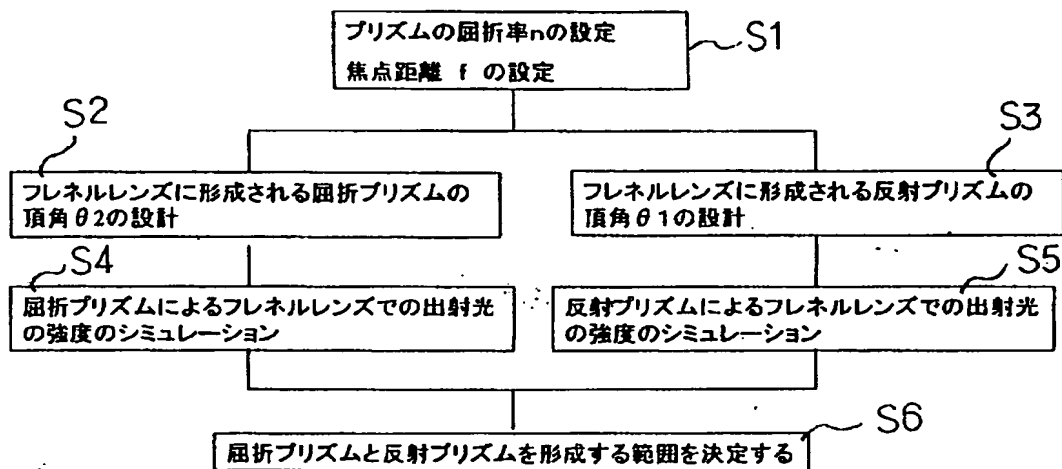
【図9】



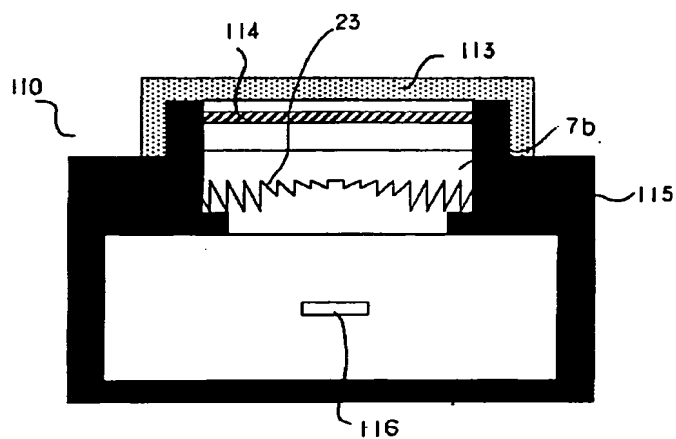
【図13】



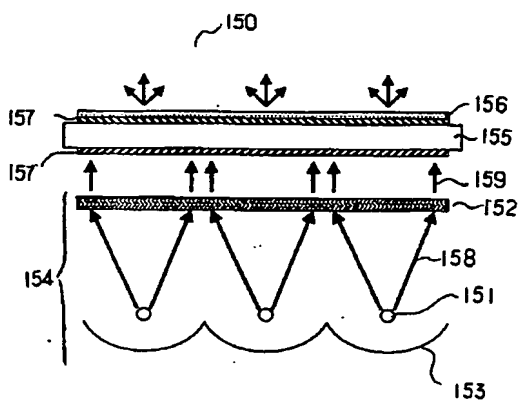
【図10】



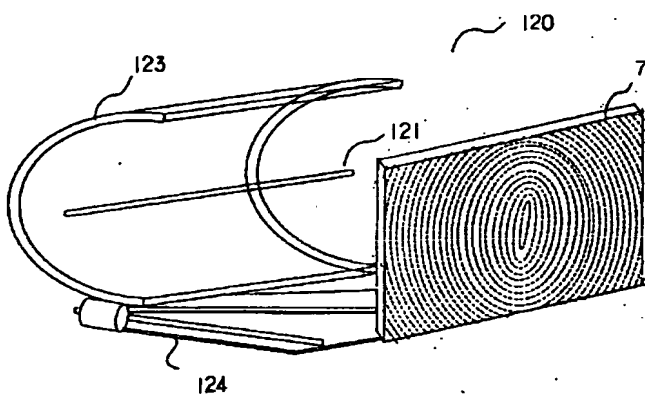
【図11】



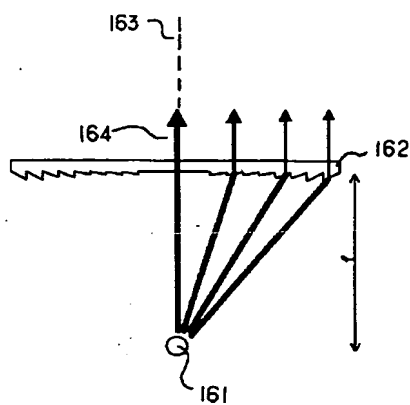
【図15】



【図12】



【図16】



【図17】

